

## Historia medycyny • Historia medicinae

### Antoine-Henri Becquerel 1852-1908

Richard F. Mould

*Jest to czwarta z serii biografii opublikowanych w Nowotworach w ciągu ostatnich dwóch lat [1-3]. Upamiętnia setną rocznicę śmierci Antoine-Henri Becquerela, który w 1896 r. odkrył zjawisko radioaktywności [4]. Dodano też krótkie noty biograficzne jego dziada, ojca i syna – wszyscy oni kierowali katedrą fizyki w Museum National d'Histoire Naturelle. Nieprzerwany okres działalności czterech pokoleń Becquerelów trwał od 1788 r. do 1953 r.*

### Antoine-Henri Becquerel 1852-1908

*This article is the fourth in a series of biographies published in Nowotwory in the last two years [1-3]. It commemorates the centenary of the death of Antoine-Henri Becquerel who in 1896 [4] discovered the phenomenon of radioactivity. Brief biographical details are also given of Antoine Henri's grandfather, father and son who all held the chair of physics at the Muséum National d'Histoire Naturelle: an unbroken period for the four generations of Becquerels from 1788 to 1953.*

**Słowa kluczowe:** Antoine-Henri Becquerel, radioaktywność, rad, elektroskop, Antoine-Cesar Becquerel, Edmond Becquerel, Jean Becquerel

**Key words:** Antoine-Henri Becquerel, radioactivity, radium, electroscopes, Antoine-César Becquerel, Edmond Becquerel, Jean Becquerel

#### Wstęp

Antoine-Henri Becquerel zmarł przed 100 laty. Ten artykuł publikujemy, aby przypomnieć jego wielkie dokonanie – odkrycie zjawiska radioaktywności 1 marca 1896 r. – oraz jego życie i działalność naukową, a także postaci jego dziada, ojca i syna. Wszyscy oni kolejno byli profesorami Museum National d'Histoire Naturelle. Zamieszczamy też genealogię rodu Becquerelów.

Pierwsze pomiary działania promieni Becquerela (lub promieni uranowych, jak je niekiedy nazywano przed wprowadzeniem pojęć „alfa”, „beta” i „gamma”) wykonywano, używając błon fotograficznych lub elektroskopów z blaszkami ze złota lub aluminium.

Nazwisko Becquerela jest upamiętnione w postaci nazwy jednostki systemu SI: 1 bekerel (Bq) to jeden rozpad na sekundę. Zastąpił wcześniejszą jednostkę: curie (Ci). 1 Ci =  $37 \times 10^9$  Bq, a 2 mCi = 74 MBq. Istnieją również kraterzy Becquerela na księżycu i na Marsie.

#### Rodzina Becquerelów

Siedziba rodu od XVIII wieku mieściła się w Chatillon-sur-Loing (obecnie Chatillon-Coligny w departamencie Loiret, 150 km na południe od Paryża). Nabył ją w 1766 r. Pierre Hector Becquerel. Pierre Hector urodził się w roku 1682 w Dargies jako syn Jean Becquerela

i Catherine Suillau. Ekspozycja dotycząca Becquerelów znajduje się dziś w Musée Historique de l'Ancien Hotel Dieu. Na tamtejszym cmentarzu jest też kaplica tej rodziny z witrażowym przedstawieniem odnośnych herbów (Ryc. 1).

Cztery pokolenia Becquerelów pracowały w tym samym paryskim laboratorium w Jardin des Plantes, kiedyś zwanym Królewskim Ogrodem Roślin Lecznicych. Byli to: Antoine-Henri Becquerel (1852-1908) – noblista, jego dziad Antoine-Cesar (1788-1877), ojciec Edmond (1820-1891) i syn – Jean (1878-1953). Ryciny 2-4 ukazują tych uczonych w latach młodości, Ryc. 5 – drzewo genealogiczne rodu, a Ryc. 6 – wspólną fotografię przedstawicieli trzech pokoleń w roku 1882.

#### Jardin des Plantes: Museum National d'Histoire Naturelle

Jardin des Plantes (Królewski Ogród Roślin Lecznicych) założył król Ludwik XIII w 1635 r., a kierowanie nim powierzył osobistym medykom królewskim. W 1718 r. Ludwik XV ograniczył charakter medyczny i zmienił nazwę na Ogród Królewski; w 1793 r. pojawiła się nazwa Museum National d'Histoire Naturelle.

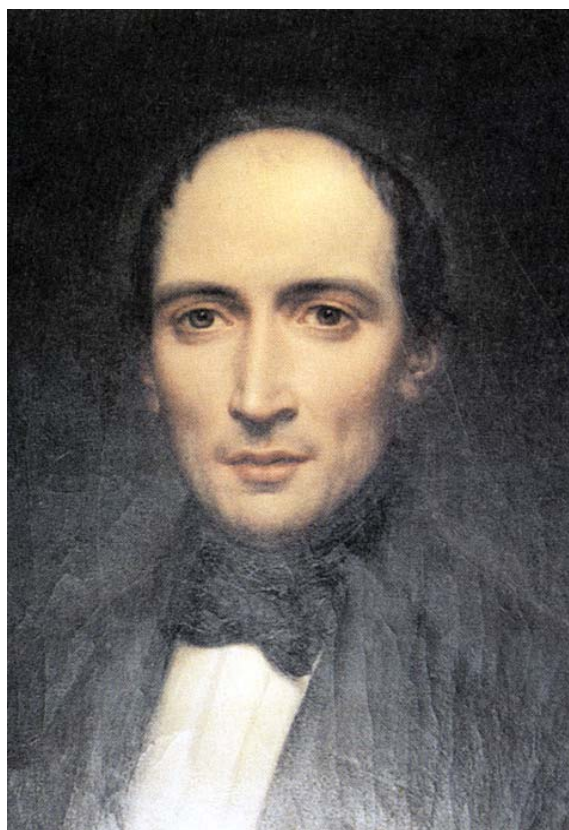
Ośrodek ten w XIX wieku współzawodniczył z Uniwersytetem Paryskim w badaniach naukowych. Już w 1793 r. stworzono 12 katedr:



Ryc. 1. Witrażowe okno przedstawiające tarcze herbowe członków rodziny Becquerelów. Są wśród nich herby Cornierów (u góry), Darlu i Becquerelów (pośrodku) [5]; Ryc. 5. przedstawia Anne Philippe Cornier i Aimée Cécile Darlu



Ryc. 2. Antoine-César Becquerel jako młody mężczyzna [5]

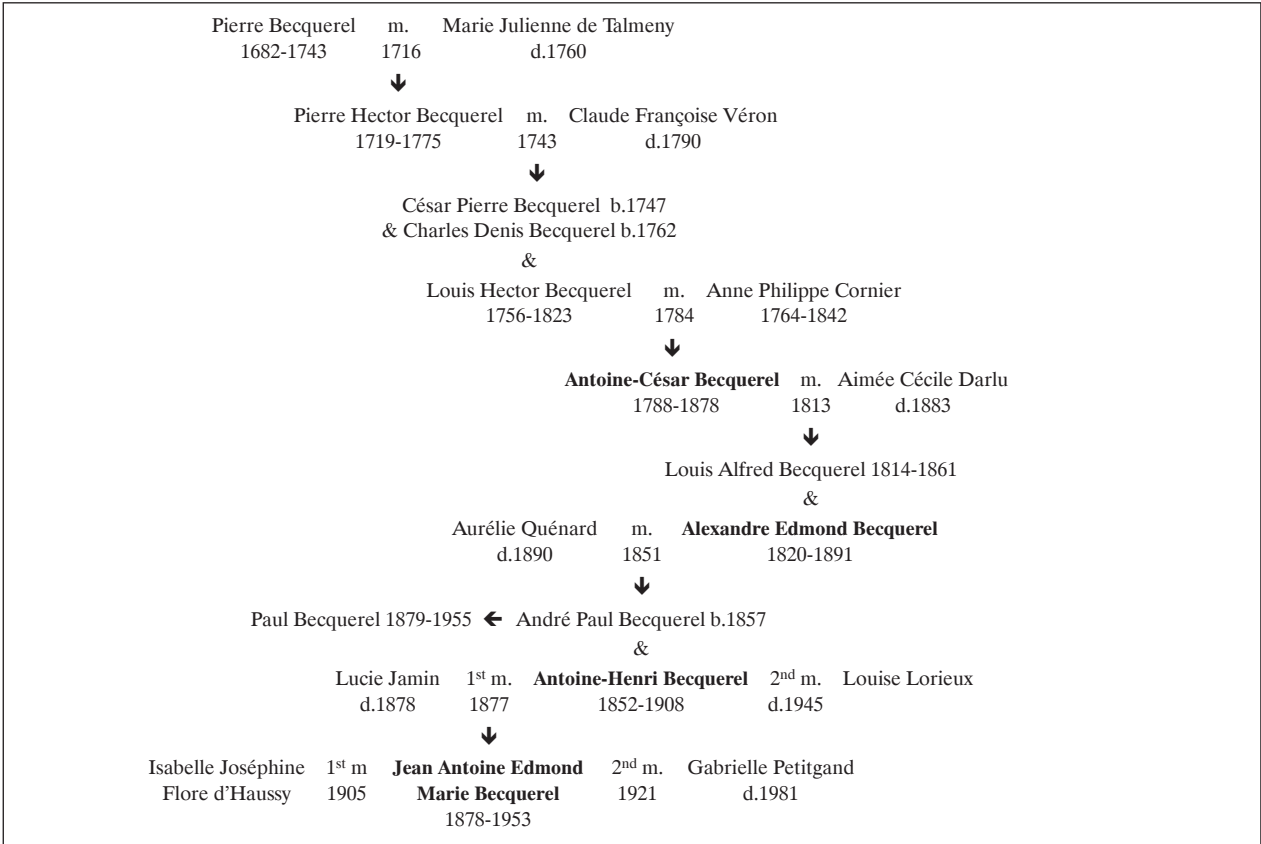


Ryc. 3. Edmond Becquerel jako młody mężczyzna [5]



Ryc. 4. Antoine-Henri Becquerel jako młody mężczyzna [5]





**Ryc. 5.** Drzewo genologiczne przedstawiające osiem pokoleń rodziny Becquerelów, obejmujące wszystkich mężczyzn, którzy przeżyli dzieciństwo. Starszy brat Edmonda, Louis Alfred, został lekarzem. Zarówno w drugim małżeństwie Antoine-Henri Becquerela, jak w związkach Jeana Antoine Edmonda Marie Becquerela nie urodziło się żadne dziecko. Jednak nazwisko rodziny Becquerelów nie zniknęło wraz ze śmiercią Jeana Becquerela w 1953 r., ciągłość zapewnił siostrzeniec Antoine-Henri Becquerela, Paul (1879-1955), który był słynnym biologiem, oraz jego potomkowie. Żył także André Vincent Becquerel (1893-1981), rzeźbiarz (tworzył w brązie, przede wszystkim zwierzęta; poniższa ilustracja, przedstawia przykład jego pracy w stylu *art deco* z lat 20. – podpórki do książek w kształcie ptaków), jednak autorowi niniejszego artykułu nie udało się dotychczas ustalić, kto był jego ojcem





Ryc. 6. Henri, Jean i Edmond Becquerel w 1882 roku [6]

Anatomii Zwierząt  
 Anatomii Człowieka  
 Chemii  
 Chemii Ogólnej  
 Roślin Wiejskich  
 Botaniki  
 Agrokultury (Kultywacji Ogrodów, Winnic i Oranżerii)  
 Zoologii (Czworonogów, Waleni, Ptaków, Gadów i Ryb)  
 Zoologii (Owadów Robaków i Mikroorganizmów)  
 Mineralogii  
 Geologii  
 Ikonografii Naturalnej, Rysunku i Malarstwa  
 Ogólnej Nauki o Przyrodzie

Katedra Fizyki została stworzona dopiero w 1838 roku. Kierowało nią kolejno pięciu badaczy, odpowiednio w latach:

1838-1877 – Antoine Cesar Becquerel  
 1878-1891 – Edmond Becquerel  
 1892-1908 – Henri Becquerel  
 1909-1948 – Jean Becquerel  
 1949-1977 – Yves Le Grand

W okresie, kiedy powstawała Katedra Fizyki, wszyscy profesorowie mieszkali w domach ulokowanych na terenie Jardin des Plantes. Antoine-Cesar Becquerel został umieszczony w domu Cuviera, a jego laboratorium umieszczono w stajniach Guy-Lussaca. Ta prowizoryczna siedziba przetrwała przez kolejne sto lat. Ryc. 7 ukazuje dom Cuviera w 1838 r., a Ryc. 8 ten sam dom w 2004 r. Georges Cuvier (1769-1832) był dyrektorem Museum



Ryc. 7. Grafika przedstawiająca dom Cuvierów z 1838 roku [6]

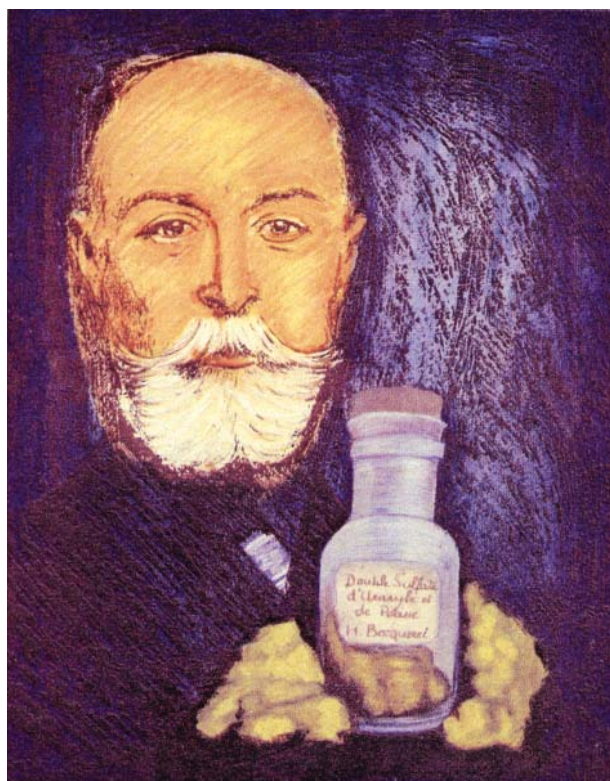


Ryc. 8. Fragment domu Curierów, rok 2004. Nad popiersiem Georgesa Cuviera umieszczono słowa Maison Cuvier. Mała tabliczka przypomina, że Henri Becquerel odkrył radioaktywność w swoim laboratorium 1 marca 1896 roku {fot. R.F. Mould}

w latach 1808-09 i 1830-31, a przez 30 lat (1802-32) kierował Katedrą Anatomii Zwierzęcej. Joseph-Louis Guy-Lussac (1778-1850) kierował w latach 1832-1850 Katedrą Chemii Ogólnej.

Nazwisko George Cuviera jest upamiętnione w nazwie ulicy, która biegnie wzdłuż jednego z boków Muse-





Ryc. 9. Przednia okładka publikacji *Jardin des Plantes/Muséum National d'Histoire Naturelle* z 1996 roku [6], która towarzyszyła wystawie w Muséum, poświęconej stuleciu odkrycia radioaktywności. Portret Becquerela wzorowano na obrazie Gabriela Ferriera z 1904 roku. Na etykiecie butelki znajduje się napis: „Double Sulfate d'Uranyle et de Potasse. H. Becquerel”

um. Przy tej ulicy pod numerem 16 urodził się w 1859 roku Pierre Curie, a pod numerem 12 utworzono w 1904 r. Laboratoire Curie.

Ostatnia publikacja Museum National d'Histoire Naturelle na temat Henri Becquerela ukazała się w 1996 r. z okazji stulecia odkrycia radioaktywności (okładka przedstawiona jest na Ryc. 9). Z kolei Ryc. 10 ukazuje minerał bekerelit, odkryty w 1922 r. w kopalni Shinkolobwe, należącej do Union Minière du Haut



Ryc. 10. Próbką bekerelitu, z kopalni Shinkolobwe w Katandze [6]

Katanga. W latach 20. XX wieku kopalnia ta była głównym światowym dostawcą uraninitu, przynosząc ogromne zyski belgijskim właścicielom. Wyeliminowała z rynku m.in. amerykańskie kopalnie w Colorado i Utah, gdzie wydobywano karnotyt – miał on znacznie mniejszą zawartość uranu i produkcja okazała się nieopłacalna.

### Antoine-Cesar Becquerel (1788-1878)

Ojciec Antoine Cesara – Louis Hector był oficerem przybojnym króla, a potem merem Chatillon. W 1794 r. podczas rewolucji francuskiej został uwięziony; uratował go upadek Robespierre'a. W 1806 r. Antoine-Cesar zdał egzamin do Ecole Polytechnique, a w latach 1810-12 wziął udział w kampanii napoleońskiej w Hiszpanii. Karierę naukową rozpoczął w 1815 r. W trzydzieści lat później został członkiem Akademii Nauk, a po kolejnych dziesięciu otrzymał Katedrę Fizyki Museum National d'Histoire Naturelle. Badał zagadnienia z zakresu elektryczności, optyki, fosforescencji, elektrochemii, nawozów sztucznych i meteorologii. W 1829 r. stworzył pierwszą baterię wytwarzającą prąd stały (Ryc. 11). Odkrycie to przypisano w siedem lat później Anglikowi Johnowi Daniellowi. W 1829 r. Becquerel otrzymał od Royal Society Medal Copley'a.



Ryc. 11. Znaczek z wysp Wallis i Fortuny, 1988 r., upamiętniający stulecie urodzin Antoiné Césara Becquerela, nazywanego niekiedy „dziadkiem elektrochemii”

### Edmond Becquerel (1820-1891)

Edmond Becquerel został przyjęty do Ecole Normale Supérieure w 1837 r., a w rok później do Ecole Polytechnique. Zrezygnował jednak i skoncentrował się na współpracy z ojcem w jego laboratorium. Wspólnie wiele publikowali (dorobek Antoine Cesara liczył ponad 500 prac). Edmond w 1852 r. został profesorem fizyki w Conservatoire National des Arts et Metiers (organizacji założonej w 1794 r. do badań nad maszynami i narzędziami). Po śmierci ojca zajął jego katedrę w Museum. W 1863 r. został członkiem Akademii Nauk, a w 1880 r. – jej prezesem.

Głównym tematem rozprawy Edmonda, przedstawionej w 1840 r., było chemiczne oddziaływanie światła – owocem tych badań było m.in. wynalezienie aktynometru elektrochemicznego. Publikował też na temat pyrometrii, elektrochemii i magnetyzmu. Próbował też stworzyć pod-

waliny fotografii kolorowej. Skonstruował fosforoskop do pomiarów fosforescencji w minerałach i tworzywach sztucznych i stwierdził, że emisja światła była wynikiem zanieczyszczeń w materiałach fosforyzujących. Był pionierem badania soli uranu techniką fosforescencji. Badał też promienie ultrafioletowe i podczerwone widma słonecznego.

### Jean Becquerel (1878-1953)

Jean był czwartym Becquerelem na katedrze w Museum. Na nim też saga rodzinna się zakończyła, był bowiem bezdzietny. Odebrał wykształcenie zbliżone do swych przodków – w 1897 r. wstąpił do Ecole Polytechnique, a w 1903 r. został asystentem ojca w Museum. Pracował w starym laboratorium aż do 1942 r., kiedy oddano do użytku nową siedzibę. W 1946 r. wybrano go do Akademii Nauk [8] (Ryc. 12).

Badał absorpcję światła przez kryształy i zagadnienia magnetoptyki w bardzo niskich temperaturach. Najbardziej znany jest chyba jednak z udziału w tzw. „aferze promieni N”, wywołanej przez Rene Blondlota (1849-1930) na Uniwersytecie w Nancy (patrz: Appendix). Nie zmienia to pozytywnej oceny jego prawdziwych badań.

### Antoine-Henri Becquerel przed odkryciem radioaktywności

Antoine-Henri Becquerel wstąpił do Ecole Polytechnique w roku 1872. Spędził tam dwa lata, a następnie kontynuował naukę w Ecole des Ponts et Chaussees przez



Ryc. 12. Jean Becquerel w todzie Akademii, ok. 1946 r. [5]

kolejne trzy lata. Jeszcze przed uzyskaniem dyplomu rozpoczął z ojcem projekt badawczy, który doprowadził do odkrycia pola magnetoptycznego. Po śmierci żony zamieszkał z ojcem w Museum. Kontynuował własne prace, m.in. nad magnetycznymi właściwościami gazów, i projekty ojca – nad promieniami podczerwonymi. Badał utrwalanie fluorescencji promieniami podczerwonymi. Sir William Crookes tak podsumował jego osiągnięcia w nekrologu 30 lat później: „W 1888 r. zredukował skomplikowane zjawiska towarzyszące przechodzeniu światła przez kolorowe kryształy do prostego schematu, będącego pochodną własnych obserwacji. Zapoczątkował nowe metody analizy spektralnej...” [13].

W 1889 r. Antoine-Henri został wybrany do Akademii Nauk. W 1890 r. opublikował długi traktat o temperaturach gleby, od 1891 r. wykładał w Museum, w Ecole des Ponts et Chaussees i w Ecole Polytechnique [8, 9].

### Odkrycie radioaktywności w 1896 roku

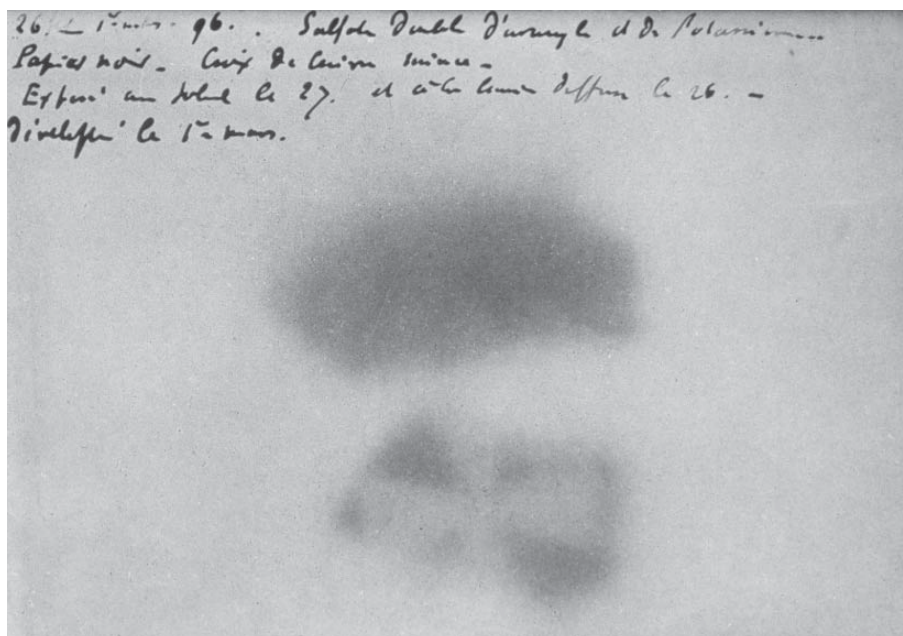
Po odkryciu promieni X przez Roentgena w listopadzie 1895 roku [14-16] francuski badacz Henri Poincaré w styczniu następnego roku rozważał kwestię „czy substancje o najsilniejszej fluorescencji nie mogłyby wytwarzać obok światła także promieni X, niezależnie od przyczyny fluorescencji” [17]. Poincaré był według Otto Glasera, biografa Roentgena [18], propagatorem teorii, że fluorescencja szkła może sama być źródłem promieni X [19, 20].

Fluorescencja jest rodzajem luminescencji, polegającym na zdolności emitowania światła o szczególnej długości fal w wyniku ekspozycji materiału na światło o innej (zwykle mniejszej) długości fal. Emitowanie ustępuje po zakończeniu ekspozycji. Edmond Becquerel prowadził badania nad fluorescencją wytwarzaną przez różne substancje, przede wszystkim na skutek ekspozycji na światło słoneczne. Antoine-Henri początkowo określił swój cel jako poszukiwanie związku pomiędzy promieniowaniem X a luminescencją wytwarzaną przez tę substancję, i nazwał to zjawisko fosforescencją. Obecnie terminu fosforescencja używamy dla określenia luminescencji, która trwa jakiś czas po przerwaniu wywołującego ją światła. Sole uranu były raczej fluoryzujące niż fosforyzujące.

Pierwsze doniesienie Becquerela dla Akademii Nauk z 24 lutego 1896 r. sugerowało, że promienie X były emitowane przez sole uranu w procesie fluorescencji [23]. „Fotograficzna płytka Lumiere, pokryta emulsją bromową zawinięta była szczelnie, aby całkowicie zabezpieczyć ją przed wpływem światła... na zewnątrz umieszczano substancję fosforyzującą i eksponowano na światło słoneczne... po wywołaniu, na płycie widoczny był zarys ciała fosforyzującego... Należy stwierdzić, że substancja fosforyzująca wydziela promieniowanie penetrujące osłonę i redukującą srebro emulsji pokrywającej płytkę” [22].

Becquerel planował powtórzenie badania po kilku dniach, nastąpiła jednak pochmurna pogoda i nie można było wystawić elementów uczestniczących w doświadczeniu na światło słoneczne. Czekwały one w ciemnym pomieszczeniu. Z nieznanych powodów Becquerel posta-





Ryc. 13. Zaciemnienie na kliszy fotograficznej, które dowodzi istnienia emisji samorzutnego promieniowania uranu [24]

nowił 1 marca wywołać płytki fotograficzne i stwierdził, że pojawiły się na nich kształty podobne do poprzednich, pomimo braku ekspozycji na słońce [23]. „Obecna hipoteza sugeruje, że te emisje (przypominające promienie badane przez M. Lenarda i W. Roentgena) to niewidoczne promienie wydzielane przez fluorescencję, ale o znacznie dłuższym czasie trwania niż emisja świetlna...” [4].

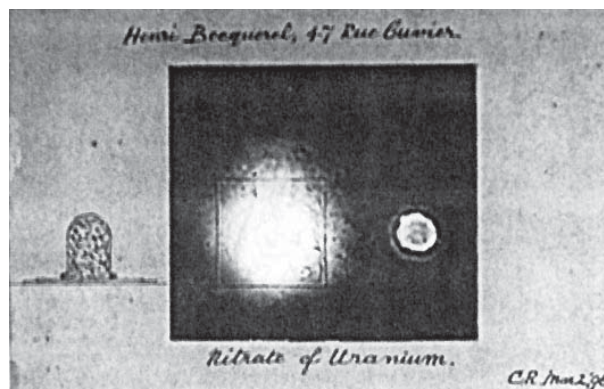
Świadcami odkrycia radioaktywności w dniu 1 marca 1896 r. byli Jean Becquerel i Sir William Crookes [24]. Antoine-Henri Becquerel kontynuował badania przez cały 1896 rok, stwierdzając, że te same wyniki osiąga się niezależnie od tego, jaka jest forma soli uranu: fosforująca czy nie, krystaliczna czy płynna; podobnie było w przypadku uranu metalicznego [25]. „Stwierdziłem, że efekt związany jest z obecnością pierwiastka uranu w solach i że sam pierwiastek powoduje większy efekt, niż jego związki...” [25].

Zbawienne dla uznania zasług Becquerela stało się tempo, z jakim upubliczniał swe wyniki: eksperyment zakończył w niedzielę 1 marca, przedstawił na poniedziałkowym posiedzeniu Akademii Nauk 2 marca, a opublikował w *Comptes rendus de l'Academie des Sciences* w 10 dni później.

W Londynie Sylvanus Thompson, założyciel The Roentgen Society, profesor fizyki w Finsbury Technical College, autor książek o elektryczności, magnetyzmie i świetle [26, 27], również prowadził badania nad solami uranu. W styczniu 1896 r. stwierdził, że sól uranowa umieszczona na płytce fotograficznej i poddana wpływowi światła słonecznego pozostawia trwały znak na płytce. Powiadomił o tym Sir George'a Stokesa, ówczesnego prezesa The Royal Society, który doradził mu szybką publikację [28]. Thomson zwlekał, a w miesiąc później Stokes napisał do niego: „Obawiam się, że zostałeś wyprzedzony. Spójrz na pracę Becquerela w *Comptes rendus* z 24 lutego i następne...”.

### Obrazy promieni Becquerela – 1896 r.

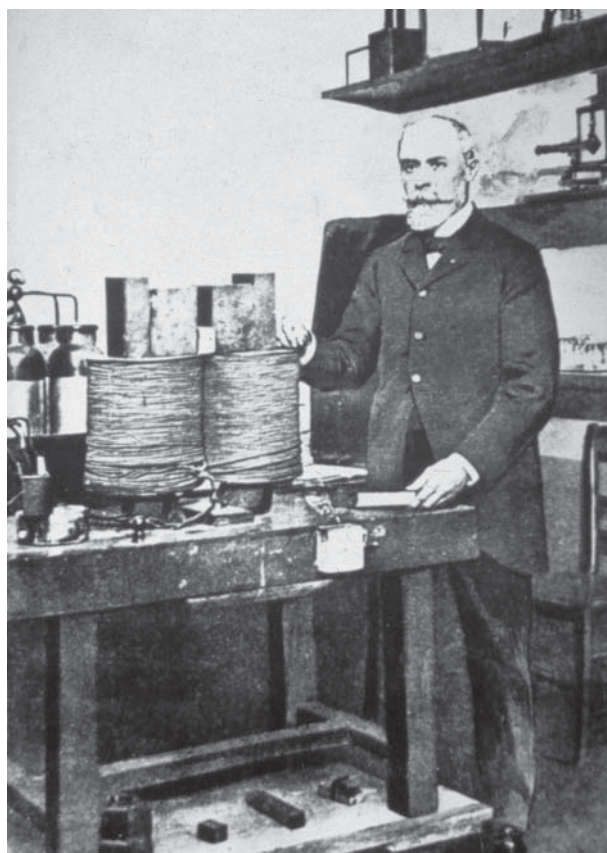
Pierwsze zobrazowanie działania promieni Becquerela (jak je wówczas nazywano) ukazuje Rycinę 13. Fotografia, zawierająca również odręczną notatkę Becquerela, opublikowana została w pięć lat po jego śmierci przez syna Jeana i dawnego asystenta L. Matouta w artykule podsumowującym ówczesny stan wiedzy na temat substancji radioaktywnych [24]. Od niej zaczynał Becquerel swój wykład noblowski 11 grudnia 1903 r. [30]. Wykład ten zawiera też szereg innych obrazów. Rycinę 14 otrzymał od Becquerela Sir William Crookes; obecnie jest umieszczona w British Institute of Radiology w Londynie. W wykładzie noblowskim nosi numer 4 [29].



Ryc. 14. Obraz z wczesnych eksperymentów Becquerela, opisany w wykładzie noblowskim z 1903 roku [29]. Odręczna notatka i szkic szklanego klosza przykrywającego próbkę siarczku wapnia zostały później przekazane Sir Williamowi Crookesowi. Na górze ryciny znajduje się adres pracowni Becquerela przy Muséum

## Laboratorium Becquerela

Rycina 15 ukazuje Becquerela w swoim laboratorium ok. 1903 roku. Sir William Crookes określał to laboratorium jako „ubogie” [13], podkreślając, że Becquerel musiał niekiedy posługiwać się urządzeniami swego ojca, a nawet dziada.

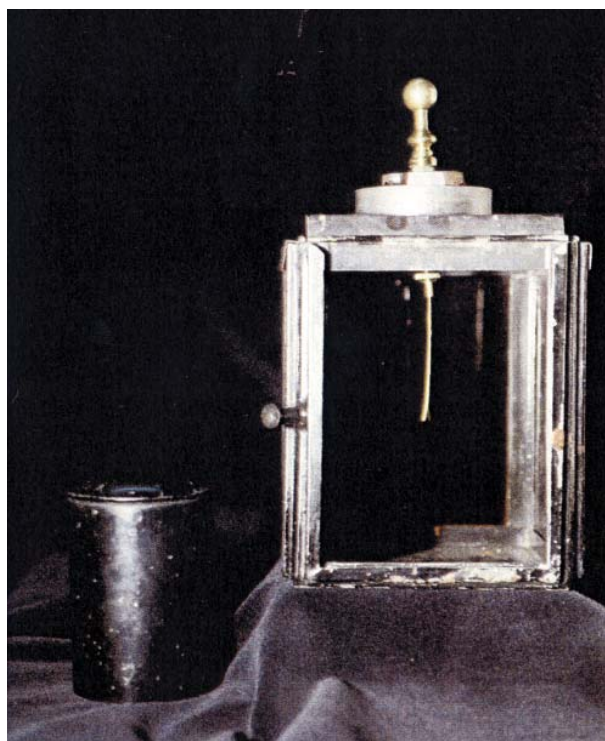


Ryc. 15. Laboratorium Becquerela ok. 1903 roku

Wczesne pomiary działania promieni Becquerela (albo promieni uranowych, jak je niekiedy nazywano przed wprowadzeniem pojęć promieni alfa, beta i gamma) i promieni X wykonywane były przy pomocy błon fotograficznych i elektroskopów ze złotymi lub aluminiowymi listkami. Elektroskopy te stosowane były wówczas od lat, nie powstały bynajmniej w końcu XIX wieku.

Pierwszeństwo w wynalezieniu elektroskopu ze złotymi listkami należy się Anglikowi Abrahamowi Bennetowi (1749-1799), pastrowi anglikańskiemu, elektrykowi z zamiłowania, członkowi Royal Society [30]. Pierwotnie służył on do demonstrowania zjawisk elektrostatycznych, jak indukowanie i przewodzenie ładunków elektrycznych. Trzeba jednak przyznać, że urządzenie to okazało się niezwykle pomocne we wczesnych eksperymentach z promieniami X i źródłami promieniowania: uranem, radem i polonem.

Rycina 16 ukazuje jeden z elektroskopów ze złotymi listkami, należący do Becquerela, obecnie przechowywany w Museum. Inny jego elektroskop, z listkami alumi-



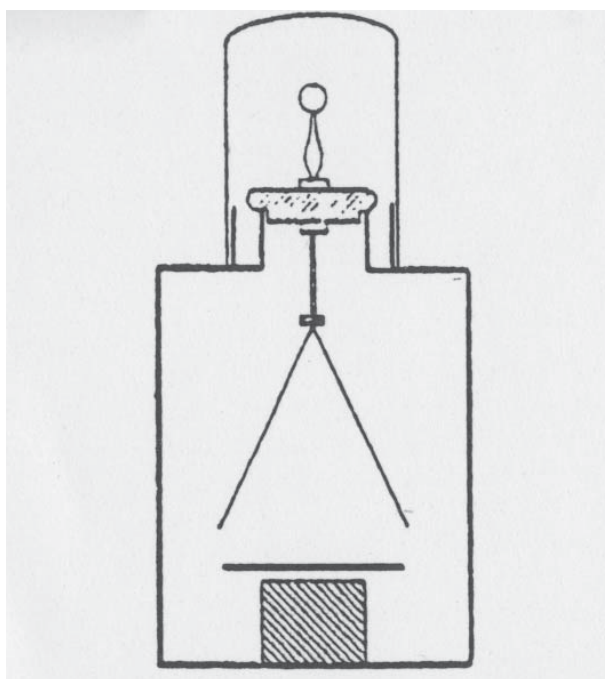
Ryc. 16. Jeden z elektroskopów Becquerela ze złotymi listkami [6]

niowymi, jest częścią stałej ekspozycji w Musee Curie. Oba mają kształt prostopadłościanów, ale spotyka się też inne kształty.

Rycina 17 ukazuje schemat jednego z doświadczeń z użyciem elektroskopu [9, 13].

## Nagroda Nobla i inne zaszczyty

Antoine-Henri Becquerel otrzymał nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki w 1903 r. (nawiasem mówiąc, na dy-



Ryc. 17. Schemat elektroskopu Becquerela [9]



plomie błędnie napisano jego nazwisko: Becquerel) wspólnie z Marią i Piotrem Curie. W uzasadnieniu Komitetu Noblowskiego napisano: „W uznaniu szczególnych zasług w odkryciu samojestnej radioaktywności”. W uzasadnieniu dla małżonków Curie napisano: „W uznaniu szczególnych zasług w badaniach nad fenomenem radioaktywności odkrytym przez profesora Henri Becquerela” [29].

Becquerel otrzymał połowę nagrody, Curie podzieliła się drugą połową. Wykład noblowski Becquerela odbył się 11 grudnia 1903 r.; zatytułowany był „O radioaktywności, nowej właściwości materii”. Piotr Curie wygłosił swój wykład „Substancje radioaktywne, przede wszystkim rad” znacznie później – 6 czerwca 1905 r. Maria nigdy nie wygłosiła wykładu po otrzymaniu nagrody w 1903 r. Zrobiła to dopiero po wręczeniu jej kolejnej – w 1911 r. w dziedzinie chemii; zatytułowany był: „Rad i nowa koncepcja chemii”.

Wspomnienie pośmiertne autorstwa Sir Williama Crookesa wymienia inne zaszczyty, jakimi obdarzono Becquerela: Członek Zagraniczny Royal Society, Członek Honorowy Akademii w Berlinie, Royal Accademia Dei Lincei w Rzymie, National Academy of Sciences w Waszyngtonie, D.C.L. Oxford University i ScD Cambridge University, kawaler Legii Honorowej i in. [13].

Wykład Becquerela w Museum National d'Histoire Naturelle zgromadził niespotykaną wówczas liczbę słuchaczy – 3000 [32, 33].

W 1899 r., w wieku zaledwie 36 lat został członkiem Akademii Nauk (Ryc. 18), w 1908 r. jej prezesem, a w kilka miesięcy później – Stałym Sekretarzem. Zmarł jednak w kilka tygodni po objęciu tej funkcji, 26 sierpnia 1908 roku.



Ryc. 18. Antoine-Henri Becquerel  
w stroju Akademii Nauk

## Publikacje Becquerela na temat radioaktywności w latach 1896-1908

Pierwsze sprawozdanie dla Akademii Nauk miało miejsce 24 lutego 1896 roku w Paryżu. W następnym, z 2 marca, pisał na temat nowego zjawiska opisanego uprzednio (24 lutego), iż nie było związane ze światłem słonecznym, ani wywołane przez fosforescencję.

Opisując historię elektronu, Dahl [23] umieścił następujący komentarz: odkrycie Becquerela „w owym czasie przeszło niemal bez echa w kręgach naukowych, rzecz jasna w porównaniu z szumem wokół promieni X i zapewne z powodu powszechnego zainteresowania odkryciem Roentgena. Sam Becquerel opublikował siedem artykułów o radioaktywności w 1896 r., dwa w 1897 r., natomiast w kolejnym roku nie opublikował już żadnego. Inni naukowcy poświęcili temu tematowi być może 12 dodatkowych prac w ciągu tego samego roku. Dla porównania tylko w samym 1896 roku ukazało się ponad 1000 artykułów i książek na temat promieni X”.

Najobszerniejsza bibliografia książek i prac z roku 1896, poświęconych promieniom X została opracowana przez Glassera w 1933 roku i zamieszczona w biografii Roentgena [18]. Zawierała ona 1044 pozycji, w tym sześć z siedmiu artykułów opublikowanych w tamtym roku przez Becquerela. Głównym źródłem bibliografii zebranej poniżej jest 19 stron źródeł przytaczanych przez Becquerela w jego podręczniku *Recherches sur une Propriété Nouvelle de la Matière* [31]. Prace z lat 1904-1908 zebrano na podstawie rocznych zestawień autorów, których prace opublikowano w *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. W sumie Becquerel opublikował 49 prac na temat radioaktywności [4, 22, 25, 31, 34-78].

**Richard F. Mould MSc, PhD**

41, Ewhurst Avenue  
South Croydon  
Surrey CR2 0DH  
United Kingdom  
e-mail: manorroadsouthport@yahoo.co.uk

## Piśmiennictwo

1. Mould RF. Pierre Curie 1859-1906. *Nowotwory J Oncol* 2006; 56: 147-55.
2. Mould RF, Litten FS, Aronowitz JN. Hermann Strebel (1858-1943) a biography. *Nowotwory J Oncol* 2007; 57: 252e-8e.
3. Mould RF. Eve Curie-Labouisse 1907-2007. *Nowotwory J Oncol* 2008; 58: 1-17.
4. Becquerel H. Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 2 March 1896; 122: 501-3.
5. Warschnitter J. *La Saga des Becquerel*. Gien: Imprimerie Giennoise, 1996.
6. Schubnel H-J (ed). *Histoire Naturelle de la Radioactivité*. Paris: Galerie Minéralogie et de Géologie, Jardin des Plantes, 1996.
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9um\\_national\\_d'histoire\\_naturelle](http://en.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9um_national_d'histoire_naturelle)
8. Allisy A. Henry Becquerel: the discovery of radioactivity. *Radiation Protection Dosimetry* 1996; 68: 3-10.
9. Genet M. The discovery of uranic rays: a short step for Henri Becquerel but a giant step for science. *Radiochimica Acta* 1995; 70/71: 3-12.

10. Allisy A. Henri Becquerel 1852-1908 the man and the scientist. *ICRU News* June 1996; 3-5.
11. Firth I. *New Scientist* 25 December 1969. Wood's own account of the exposure of the N-ray fraud is reproduced in Seabrook W. Dr Wood, *Modern Wizard of the Laboratory*. New York: Harcourt Brace, 1941.
12. *New York Times* Chloroforming metals (Reprinted from the *London Telegraph*). 30 June 1904.
13. Crookes W. Antoine Henri Becquerel 1852-1908. Obituary of Fellows deceased. *Proc Roy Soc London Series A* May 1910; 83: xx-xxiii.
14. Röntgen WC. Ueber eine neue Art von Strahlen (Vorläufige Mittheilung). *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Gessellschaft zu Würzburg*. 28 December 1895; 9: 132-41.
15. Röntgen WC. Ueber eine neue Art von Strahlen (Mittheilung), *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Gessellschaft zu Würzburg*. 9 March 1896; 2: 11-7.
16. Mould RF. Röntgen and the discovery of X-rays. *Br J Radiol* 1995; 68: 1145-76.
17. Poincaré H. Les rayons cathodique et les rayons Röntgen. *Rev Gén des Sci* 1896; 7:52-9.
18. Glasser O. *Wilhelm Conrad Röntgen and the early history of the Roentgen ray*. London: John Bale, Sons & Danielsson, 1933.421-79.
19. Campanile F, Stromei E. The fluorescence of X-rays in Crookes and Geissler tubes. *Rend Accad Sci Fis e Mat Naples* March 1896; 14, *Nuovo Cim Pisa* 1896; 4: 229, *Elec Rev London* 1896; 38: 718, *Bbl Wien Ann* 1896; 20: 908.
20. Morton WJ. May not the X-rays proceed from fluorescence only? *Elec Eng New York* 1896; 26: 311.
21. Glasstone S. *Sourcebook of atomic energy*. London: Macmillan, 1950, s. 50.
22. Becquerel H. Sur les radiations émises par phosphorescence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 24 February 1896; 122: 420-1.
23. Dahl PF. *Flash of the electrode: a history of JJ Thomson's electron*. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1997.
24. Becquerel J, Matout L. Die Strahlung der Radioaktiven Substanzen. W: Lazarus P (red.) *Handbuch der radium-biologie und therapie einschliesslich der anseren radioactiven elemente*. Wiesbaden: JF Bergman, 1913, 1-2.
25. Becquerel H. Emission de radiations nouvelles par l'uranium métallique. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 18 May 1896; 122: 1086-8.
26. Thompson SP. *Elementary lessons in electricity and magnetism*. Wyd. 3. London: Macmillan, 1918.
27. Thompson SP. *Light: visible and invisible*. London: Macmillan, 1897.
28. Greig J. *Sylvanus P. Thompson, teacher*. London: Her Majesty's Stationary Office, 1976.
29. Nobel e-Museum. <http://www.nobel.se/physics/laureates/1903/index.html> accessed May 2008.
30. Bennet A. *Phil Trans* 1787; 77: 26.
31. Becquerel H. *Recherches sur une propriété nouvelle de la matière*. Paris: Gauthier-Villars, 1904.
32. Perrier E. Funérailles de H Becquerel. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1908; 147: 445-8.
33. Dutreix J, Dutreix A. Henri Becquerel (1852-1908). *Med Phys* 1995; 22: 1869-75.
34. Becquerel H. Sur quelques propriétés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 9 March 1896; 122: 559-64.
35. Becquerel H. Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 23 March 1896; 122: 689-94.
36. Becquerel H. Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels de l'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 30 March 1896; 122: 762-7.
37. Becquerel H. Sur diverses propriétés des rayons uraniques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 23 November 1896; 123: 855-58.
38. Becquerel H. Recherches sur les rayons uraniques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1897; 124: 438-44.
39. Becquerel H. Sur la loi de la décharge dans l'air de l'uranium électrisé. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1897; 124: 800-3.
40. Becquerel H. Note sur quelques propriétés du rayonnement de l'uranium et des corps radioactifs. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1899; 128: 771-7.
41. Becquerel H. Recherches sur les phénomènes de phosphorescence produits par les rayonnement de radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1899; 129: 912-7.
42. Becquerel H. Influence d'un champ magnétique sur les rayonnements des corps radioactifs. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1899; 129: 996-1001.
43. Becquerel H. Sur le rayonnement des corps radioactifs *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1899; 129: 1205-7.
44. Becquerel H. Contribution à l'étude du rayonnement du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130: 206-11.
45. Becquerel H. Sur la dispersion du rayonnement du radium dans un champ magnétique. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130: 372-6.
46. Becquerel H. Déviation du rayonnement du radium dans un champ électrique. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130: 809-15.
47. Becquerel H. Note sur la transmission du rayonnement du radium au travers des corps. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130: 979-84.
48. Becquerel H. Sur la transparence de l'aluminium pour le rayonnement du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130: 1154-57.
49. Becquerel H. Note sur le rayonnement de l'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 130:1583-5.
50. Becquerel H. Sur le rayonnement de l'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1900; 131: 137-8.
51. Becquerel H. Sur le rayonnement de l'uranium et sur diverses propriétés du rayonnement radioactifs. *Rapports présentés au Congrès International de Physique*. Paris. 1900, III, p 47.
52. Becquerel H. Sur la radioactivité secondaire de métaux. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 132: 371-3.
53. Becquerel H. The radioactivity of matter. *Nature* 1901; 58: 396-8.
54. Becquerel H. Sur la radioactivité secondaire. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 132: 734-9.
55. Becquerel H. Sur l'analyse magnétique des rayons du radium et du rayonnement secondaire provoqué par ces rayons. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 132: 1286-9.
56. Becquerel H, Curie P. Action physiologique des rayons du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 132: 1289-91.
57. Becquerel H. Sur quelques observations faites avec l'uranium à de très basses températures. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 133: 199-202.
58. Becquerel H. Sur quelques effets chimiques produits par le rayonnement radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 133: 709-12.
59. Becquerel H. Sur la radioactivité de l'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1901; 133: 977-80.
60. Becquerel H. Sur quelques propriétés du rayonnement des corps radioactifs. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1902; 134: 208-11.
61. Becquerel H. Sur la radio-activité de la matière. Notices of the *Proc Roy Institution of Great Britain* with abstracts of the discourses delivered at the evening meetings. 1906; 17 [1902-1904]: 85-94 [7 March 1902].
62. Becquerel H. On the radio-activity of matter. *Rep Smithsonian Inst* 1902, p.197. [reprinted after revision from *Sci Amer* Suppl No. 1379. 7 June 1902].
63. Becquerel H. Sur la déviabilité magnétique et la nature de certains rayons émis par le polonium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903; 136: 199-203.
64. Becquerel H. Sur le rayonnement du polonium et du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903; 136: 431-4.
65. Becquerel H. Sur le rayonnement du polonium et sur le rayonnement secondaire qu'il produit. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903; 136: 977-82.
66. Becquerel H. Conductibilité et ionisation résiduelle de la paraffine solide sous l'influence du rayonnement du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903; 136: 1173-6.
67. Becquerel H. Sur une propriété des rayons  $\alpha$  du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903; 136: 1517-22.
68. Becquerel H. On radioactivity, a new property of matter. Nobel Lecture, Stockholm. 11 December 1903.
69. Becquerel H. Sur la lumière émise spontanément par certain sels d'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1904; 138: 184-7.
70. Becquerel H. Sur quelques expériences relatives à l'activation par l'uranium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1905; 141: 87-90.
71. Becquerel H. Sur quelques propriétés de rayons alpha du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1905; 141: 485-90.
72. Becquerel H. L'analyse du rayonnement des corps radioactifs. Congrès de la radiologie et de l'ionisation, Liège 1905. Paris: Dunot et Pinat, 1906, 80-103.
73. Becquerel H. Sur quelques propriétés des rayons alpha émis par le radium et les corps activés par l'emanation du radium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1906; 142: 365-71.
74. Becquerel H. Phosphorescence des sels d'uranyl dans l'air liquide. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1907; 144: 459-62.
75. Becquerel H. Contributions à l'étude de la phosphorescence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1907; 144: 671-7, [I. Phosphorescence des sels d'uranium. II. Phosphorescence de divers corps à la température de l'air liquide. III. Phosphorescence de divers fluorures].



76. Becquerel H. Sur les spectres d'émission des fluorines. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1908; 146: 153-6.
77. Becquerel H. Sur les spectres de composés non dissociés. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1908; 146: 257-9.
78. Becquerel H. Sur quelques spectres de phosphorescence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1908; 146: 440-6.

## Appendix

### Promienie N (1903-1904)

Najsłynniejsze naukowe oszustwo, związane z promieniami podobnymi – czy nawet rzekomo lepszymi – od promieni X – popełnił fizyk, René Blondlot (1849-1930) z uniwersytetu w Nancy (stąd nazwa promienie N), a potwierdziło je kilku francuskich kolegów w latach 1903-1904 [11]. „Nowe” promienie N wytwarzane były nie tylko przez rurę Crooksa, lecz także przez zwyczajne źródła światła i ciepła i przez wiele metali (jednak w żadnym przypadku nie przez drewno). Według Augustina Charpentiera, fizyka medycznego z Nancy, promienie N wytwarzane były także przez mięśnie, nerwy i mózg, jak również sproszkowane ciało żaby, uśmierconej za pomocą kurary. Sugerował on także, iż promienie N można by wykorzystywać w medycynie do wykrywania zarysu organów.

Wiele właściwości przypisywano promieniom N, łącznie z wyższością nad promieniami X. Twierdzono, że umożliwiają one obserwatorowi wyraźniejsze widzenie w ciemności i mogą być wykorzystywane do diagnozowania wielu chorób. Do lata 1904 roku ukazało się ponad 50 prac ogłaszających nowe źródło i różne właściwości promieni N. Promienie te – rzekomo – mogą być poddawane dyfrakcji, fotografowane, a ich spektrum wyznaczone przez użycie aluminiowego spektrometru.

Jednak naukowcy z innych krajów nie byli w stanie powtórzyć z powodzeniem żadnego z eksperymentów opisanych przez Blondlota, które rzekomo osobiście przeprowadził wraz ze swoimi kompanami, wydelegowano zatem amerykańskiego fizyka specjalizującego się w optyce, Roberta W. Wooda (1868-1955) z Johns Hopkins University, aby złożył wizytę w Nancy i na własne oczy zobaczył, jak sam Blondlot przeprowadza eksperymenty. Tak dokonało się obalenie teorii o istnieniu promieni N; gdy Wood obserwował jedną z prezentacji Blondlota, zamienił ukradkiem hartowany stalowy emiter promieni N, na (nieemitującą) drewnianą linijkę, a podczas działania nowego spektrometru usunął główny aluminiowy pryzmat i schował do kieszeni. Nieświadomy demaskującej sztuczki Blondlot dalej „obserwował” dokładnie to, co wcześniej zapowiedział. Szczegółowo dopracowany przekręt został bezzwłocznie opisany przez Wooda w liście do czasopisma *Nature*.

Trudno wyobrazić sobie, jakie pobudki kierowały autorami tak szeroko zakrojonego oszustwa. Sugerowano, iż Blondlot mógł cierpieć na jakiś rodzaj urojeń bądź autohipnozy, jednak nie można w ten sposób wyjaśnić współpracy tylu innych naukowców, w tym Jeana

Becquerela. W czasie gdy jego ojciec otrzymał nagrodę Nobla, Jean twierdził, iż promienie N mogą być transmitowane przez drut i opublikował 10 artykułów uwierzygodniających to oszustwo. Raport dla *New York Times* z 30 czerwca 1904 r. [12], który przedstawimy poniżej, pokazuje, jak dalece był on zaangażowany w tę aferę.

### METALE CHLOROFORMUJĄCE

#### Anestezja powstrzymuje emisję promieni N zarówno w przypadku Ciał Nieożywionych, jak i Ożywionych

zamieszczono w *London Telegraph*

PARYŻ, 9 czerwca. Panteizm, o którym metafizycy powiadają, iż wyszedł już z mody, znów staje się przedmiotem żywych dyskusji na gruncie filozoficznym za sprawą niezwyklego obwieszczenia autorstwa Jeana Becquerela w Akademii Nauk. Jego stanowisko w tej kwestii odnosi się do tajemniczych promieni N, które emitowane są przez ludzkie ciało, a także przez inne ciała organizmów żywych i niektóre substancje nieożywione, w szczególności metale. Ustalono, że wszystkie zwierzęta poddane działaniu chloroformu przestają emitować promienie N.

Kwiaty, które również zazwyczaj emanują promienie N, wystawione na działanie chloroformu w podobny sposób zasypiały, emisja ustawała, jednak po pewnym czasie rozpoczynała się na nowo, prawdopodobnie w miarę jak działanie anestezji zanikało. Jest to dostatecznie znaczący fenomen, jest to jednak nic w porównaniu ze sprawozdaniem z następnej obserwacji.

Podobne eksperymenty przeprowadzono na substancjach nieożywionych, które mają zdolność emitowania promieni N, i – jak ogłoszono w Akademii – okazało się, iż te substancje zachowują się tak samo, jak ożywione w tych samych warunkach. Oznacza to, iż metal emitujący promienie N w normalnych warunkach przestaje je emitować w oparach chloroformu. Mówiąc najkrócej, anestezja faktycznie usypia te metale w równej mierze co kwiaty i zwierzęta.

Otrzymano: 30 maja 2008 r.

Przyjęto do druku: 30 czerwca 2008 r.